

В диссертационный совет 6D.KOA-050  
на базе Технологического университета  
Таджикистана 734061, г. Душанбе,  
ул. Н. Карабаева, 63/3

### О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу САМАДОВА РАМАЗОНА САИДОВИЧА, выполненной на тему: «Совершенствование технологии получения глюкозно-галактозного сиропа из молочной сыворотки и продуктов на его основе», выполненной по специальности 6D072702 – «Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств»

**Актуальность работы.** Молоко и молочные продукты, являются диетическими, так как самой природой создана так, что усваивается организмами до 100%. По этой причине остатков при их переработке и употреблении не должно быть. Молоко в основном перерабатывается на продукты брожения и ферментации, в результате чего образуется вторичное сырьё - молочная пахта, сыворотка. Современная технология переработки ультрафильтрацией (УФ) позволяет из молочной сыворотки (МС) получить сывороточные белки и молочный сахар – лактозу.

Молочная промышленность всех республик Центральной Азии является наиболее динамично развивающейся отраслю. На молочных комбинатах и фабриках стали вырабатывать расширенный ассортимент молочных продуктов, в том числе творога и различных видов сыров, при производстве которых образуется большое количество сыворотки. Тут приведены диссертантом цифровые данные по предприятиям Таджикистана: в 2016-2017 годах на молочной фабрике «Саодат» каждый месяц образовался от 5 до 22 *т* сыворотки, которая использовалась нецелесообразно или практически не использовалась, порой сливалась в канализацию, создавая тем самым экологическую проблему. Почти такая же ситуация складывалась на молочном комбинате «Шири Душанбе», в котором не весь объем получаемой сыворотки перерабатывается в продукты питания.

Объем производства сыра и творога в год в странах Центральной Азии, в частности, в Узбекистане составляет порядка 65 *тыс. т*, в Казахстане - 30,7 *тыс. т*, в Кыргызстане – 3,4 *тыс. т*, в Таджикистане около 5,3 *тыс. т*. Однако, вторичное сырьё этого производства (МС) фактически не перерабатывается. В лучшем случае используют в производстве хлебных изделий и попросту для кормления телят.

Таким образом, утилизация сыворотки остается серьезной проблемой для молочной промышленности. Поскольку сыворотка содержит от 5 до 6%

сухих веществ, в том числе лактозу и другие полезные компоненты, она может и должна быть переработана на пищевые цели.

В то же время обеспечение населения сахаром стала проблемой по всему миру, а значит требуется использовать альтернативные источники сахара.

Автором диссертационной работы достаточно глубоко изучены работы мировых учёных в этом направлении.

Диссертант поставил своей целью исследования изучение процессов ферментативного гидролиза лактозы из пермеата творожной сыворотки, разработка технологии производства глюкозно-галактозного сиропа (ГГС) и пищевых продуктов на его основе, чего считаю весьма рациональным.

Рабочая гипотеза работы состоит в предположении о том, что эффективность ферментативной переработки пермеата творожной сыворотки повышается путём её нейтрализации и обеспечением оптимальных параметров ферментации.

**Научная новизна работы:**

- исследован ферментативный способ гидролиза лактозы из УФ-пермеата творожной сыворотки и получен ГГС в лабораторных условиях;
- нейтрализована творожная сыворотка и выявлены вкусовые показатели исходной продукции;
- установлены оптимальные значения параметров процесса гидролиза МС, содержание основных компонентов в её составе и получение ГГС;
- разработана модель, обеспечивающая качество ГГС из вторичного сырья Республики Таджикистан.

**Теоретическая значимость работы:**

- изучено влияние типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС;
- найдены оптимальные значения параметров процесса гидролиза и получения ГГС после нейтрализации МС различными агентами;
- установлен состав продуктов гидролиза МС методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

**Практическая значимость работы:**

- разработана технологическая схема производства ГГС и апробирована на базе молочного комбината ЗАО "Комбинати Шири Душанбе" Республики Таджикистан;
- апробирована технология производства пряников с использованием полученного ГГС на ЗАО «Лаззат»;
- получен патент ТД № 1248 "Способ получения ГГС" (Приложения А в дис.) и внедрен на комбинате ЗАО "Комбинати Шири Душанбе", акт № 14125 от 22.04.2021 (Приложения Б в дис.); разработано и утверждено ТУ №01/127 от 05.06.2022 – ШТ 9232 ЦТ 040003710.001-2022 "Сиропи глюкоза-галактоза.

Шартҳои техники» (Приложение В в дис.).

– внедрена модель обеспечения качества производства ГГС на базе молочного комбината ЗАО "Комбинати Шири Душанбе".

**На защиту вынесены следующие положения:**

– разработка ферментативного способа гидролиза лактозы из УФ-пермеата творожной сыворотки и получение ГГС в лабораторных условиях;

– влияние типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС с использованием различных нейтрализующих агентов;

– технологическая схема производства ГГС;

– разработка модели, обеспечивающей качество ГГС в Республике Таджикистан.

**Соответствие диссертации паспорту специальности.** Основные содержание диссертации соответствует паспорту специальности 6D072702 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств по пунктам 1, 2 и 5, что мной проверено лично.

**Достоверность результатов.** В работе использованы следующие современные приборы для анализа сырья и оценки качества конечных продуктов: высокоэффективный жидкостной хроматограф – ВЭЖХ, Shimadzu LC-20, RID-10A, рефрактометрический детектор RID-10A, США; цифровой рефрактометр – KR ÜSS GmbH, Германия; анализатор качества молока, основанный на инфракрасной технологии – MilkoScan TM Mars, Foss, Дания; реометр жидких продуктов – BROOKFIELD DV-111 model: LV DV -111, США; микроскоп – Leica ICC50 HD, Leica DM 3000LED, Германия.

Все данные выражены как среднее со стандартным отклонением более трех независимых экспериментов. Для определения статистически значимых данных использованы однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Достоверными данными приняты при статистической значимости значение  $p < 0.05$ .

По теме диссертационной работы опубликовано 7 научных статей, 2 из них в журналах, рецензируемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 5 – в материалах Международных и Республиканских научно-практических конференций, 2 из которых входят в базу данных Web of Science. Получен 1 малый патент РТ и разработана научно-техническая документация «Сиропи глюкоза-галактоза. Шартҳои техники».

**Структура работы и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из аннотации, введения, обзора литературы по теме исследования, методической и экспериментальной частей, заключения и приложений. Общий объем диссертации составляет 146 страниц, 31 рисунков, 22 таблиц,

168 библиографических источников и 8 приложений.

**Во введении** обосновывается актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, научная новизна, ее теоретическая и практическая ценность, излагаются основные положения, вынесенные на защиту.

**В главе 1** проведен анализ научно-технической литературы и состояния молочной отрасли. Рассмотрены данные по изучению состава и свойств МС и перспективы ее использования. Описаны методы переработки лактозы, ее структуры и методы её гидролиза. Рассмотрены ферментные препараты, используемые при гидролизе лактозы. Приведено описание технологии производства ГГС, где в качестве сырья используются пермеат (фильтрат), полученный после концентрирования молочной сыворотки на УФ установке.

Выявлена недостаточность изучения нейтрализации творожной сыворотки, отсутствие четких рекомендаций по виду и природе используемых щелочных агентов, по определению оптимальных значений рН и последовательность операций в технологической цепочке.

**Главе 2**, экспериментальная часть, состоит из 5ти разделов, описана организация работы и приведена схема проведения исследований; представлена структура исследования, где каждый этап способствует совершенствованию технологии производства ГГС. В разделе 2.5 выполняется статистический анализ для определения достоверности результатов исследования с помощью t-критерия Стьюдента и с использованием двухфакторной программы ANOVA.

**Глава 3. Совершенствование процессов получения ГГС и продукты на его основе.**

В разделе 3.1 приведены результаты оптимизации процесса гидролиза пермеата творожной сыворотки при действии ферментных препаратов  $\beta$ -галактозидазы для производства ГГС. Основными параметрами исследования: рН пермеата творожной сыворотки, температура ( $^{\circ}\text{C}$ ), продолжительность гидролиза. Результаты представлены в виде рисунков графиков.

Диссертантом обнаружено, что при добавлении меньшего количества ферментного препарата соотношение глюкозы и галактозы увеличивалось в сторону глюкозы, тогда как при увеличении количества фермента различие в концентрации моносахаридов уменьшались. Коэффициент пересчета, характеризующий превращение лактозы в глюкозу и галактозу, колеблется от 1,05 до 1,11. При продолжении ферментации концентрация глюкозы снижалась за счет образования новых олигосахаридов. Во время ферментации наблюдалось увеличение ( $p < 0,05$ ) рН субстрата с 6,23 до 6,37. По мнению диссертанта, изменение рН повышает активность целлюлазы и глюкоамилазы в ферментном препарате. Всё это отражено на рис.1.

Им найдено, что оптимальное время ферментации для гидролиза лактозы составляет 2 часа. Следует отметить, что конечная концентрация глюкозы и галактозы в субстрате неодинакова, что противоречит теоретическому выходу этих моносахаридов.

Получен ГГС с содержанием сухих веществ  $65\pm 2\%$  и  $70\pm 2\%$ . По данным хроматографического анализа сиропы содержат 43-45 % глюкозы и 20-24 % галактозы (в таблице 1 автореферата). Высокая концентрация глюкозы по сравнению с галактозой может быть объяснена ее инверсией под действием  $\beta$ -галактозидазы в процессе испарения. С увеличением общего содержания сухих веществ в сиропе снижается концентрация глюкозы и увеличивается концентрация галактозы. Концентрация глюкозы и галактозы в опытных сиропах была выше, чем в коммерческом сиропе, полученном с использованием коммерческой NaLactase 5200. Анализ моносахаридов показал, что  $\beta$ -галактозидаза NOLA™ Fit 5500 способна полностью гидролизовать лактозу на глюкозу и галактозу в кислой сыворотке (в таблице 1), а также обеспечивать более высокую степень сладости сиропа.

Диссертант снижение количества галактозы связывает с термообработкой, предполагает, что протекают реакции Майяра между белками сыворотки и углеводами. Известно, что коммерческая  $\beta$ -галактозидаза, способствует превращению лактозы в глюкозу и галактозу. Заключает, что при производстве моносахаридов, после гидролиза пермеата сыворотки целесообразно проведение термической обработки с целью улучшения сладости ГГС.

В разделе 3.1.2 рассматривается исследование влияния типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС, где в качестве агента для проведения операции нейтрализации применяли растворы КОН, MgОН, NH<sub>4</sub>ОН, NaHCO<sub>3</sub> и др., разрешённые к применению в пищевой отрасли. Процесс нейтрализации кислой сыворотки проведен в присутствии щелочных агентов разной ионной силы и массовой концентрации 5 и 10%. Показано постепенное и значительное изменение рН пермеата сыворотки после нейтрализации щелочными агентами по мере увеличения срока хранения ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, получен ГГС с содержанием сухих веществ  $65\pm 2\%$  и  $70\pm 2\%$ . По данным хроматографического анализа сиропы содержат 43-48 % глюкозы и 16-22 % галактозы. Высокая концентрация глюкозы по сравнению с галактозой может быть объяснена ее инверсией под действием ферментного препарата. Исходя из полученных данных, можно заключить, что в новом эксперименте состав полученного ГГС превосходит. Подтверждено это хроматограммой смеси сахаров, с концентрацией сухих веществ 65 и 70%.

Таким образом, в полученном ГГС по данной технологии не выявлено

содержание жиров не только благодаря предшествующей щелочной обработке, при которой жировые шарики должны быть удалены, но и применению технологий УФ.

В разделе 3.3 демонстрируется технологический процесс производства ГГС на основе результатов приведённых исследований. На технологию получен патент Республики Таджикистан и разработаны технические условия ГГС (приложение 1). Данное изобретение может быть использовано для получения ГГС на основе пермеата МС с применением ферментативного гидролиза лактозы по разработанной схеме.

Раздел 3.4 посвящен разработке и обоснованию принципиальной технологической схемы производства мучного кондитерского изделия в виде пряников с использованием ГГС взамен импортного сахара.

Представлен технологический процесс производства пряников с использованием ГГС. Результаты проанализированы, положительны.

Большое внимание уделено внедрению результатов в производство в соответствии с системой НАССР. Выводы обоснованы, соответствуют поставленным задачам, достигнутые результаты опубликованы.

#### **Возникшие вопросы и замечания**

1. Что означает модель обеспечения качества ГГС (задача 7).
2. Каким образом выполнен выбор типа щелочного агента для нейтрализации?
3. Автором не дается оценка выбора фермента  $\beta$ -галактозидаза NOLA™ Fit 5500 для гидролиза лактозы?
4. В чём заключается эффективность переработки пермеата?
5. Автором в теоретической значимости работы дается выражение “найденны оптимальные значения параметров процесса гидролиза и получения ГГС после нейтрализации МС различными агентами”, что не очень корректно.
6. Имеются грамматические, стилистические ошибки, а также некорректные составленные предложения в автореферате. (Например: Удлинение процесса брожения приводит к снижению концентрации глюкозы, поскольку степень сладости сиропа является ключевым фактором в отношении качества сиропа).

Однако указанные замечания не снижают значение рецензируемой работы. Исследования, выполненные диссертантом, являются актуальными и значимыми для практики, их достоверность не вызывает сомнений.

#### **Заключение по диссертационной работе**

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Самадова Рамазона Саидовича на тему «Совершенствование технологии получения глюкозно-галактозного сиропа из молочной сыворотки и продуктов на его основе» является законченным научным исследованием, выполненным на актуальную тему на высоком методическом уровне, имеющим научную

новизну и практическую ценность. Большой объем проведенных исследований и достоверность полученных результатов позволили автору разработать и обосновать технологию производства ГГС, имеющих экологическую и социальную значимость.

По своему объёму и содержанию диссертационная работа Самадова Р.С. отвечает требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан, предъявляемым к доктором (PhD), а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072702 – «Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств».

Автор даёт согласие на обработку персональных данных, включение их в аттестационное дело соискателя, размещение отзыва на сайте.

Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32  
Химико-технологический институт,  
Профессор кафедры «Пищевая безопасность  
и технология функциональных продуктов»  
[Dodoev@rambler.ru](mailto:Dodoev@rambler.ru). +998 93 392 46 61

д.т.н. Додаев Кучкор  
Одилович

Проректор ТХТИ по научной  
работе и инновациям



д.т.н., проф. Пулатов Х.Л.

15.09.2023